

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

29.10.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 5月 9日

REC'D 21 NOV 2003

WIPO PCT

出願番号
Application Number: 特願2003-131016
[ST. 10/C]: [JP 2003-131016]

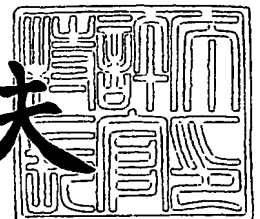
出願人
Applicant(s): 筑波精工株式会社

PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年10月 8日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【整理番号】 TN-043

【提出日】 平成15年 5月 9日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B65G 54/02
H02N 13/00

【発明者】

【住所又は居所】 栃木県真岡市松山町 1 2 - 2 筑波精工株式会社内

【氏名】 傳 寶▲葉▼

【発明者】

【住所又は居所】 栃木県真岡市松山町 1 2 - 2 筑波精工株式会社内

【氏名】 生方 玉也

【特許出願人】

【識別番号】 593115792

【氏名又は名称】 筑波精工株式会社

【代理人】

【識別番号】 100082670

【弁理士】

【氏名又は名称】 西脇 民雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100114454

【弁理士】

【氏名又は名称】 西村 公芳

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007995

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9304960

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 静電保持装置及びそれを用いた静電ピンセット

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

絶縁材で被覆された複数の電極からなる電極群を保持面として、該電極群へ所定の電圧を印加して保持対象物を静電力により接触的に保持して又は非接触的に浮上させて保持する静電保持装置において、

前記電極群へ印加する電圧の極性を切り替えて前記絶縁材内に発生する内部分極を消滅させる内部分極消去手段を備えていることを特徴とする静電保持装置。

【請求項 2】

絶縁材で被覆された複数の電極からなる電極群を保持面として、該電極群へ所定の電圧を印加して保持対象物を静電力により接触的に保持して又は非接触的に浮上させて保持する静電保持装置において、

前記電極群への印加電圧を遮断から印加に切り替える度に同一電極群には前回の印加電圧とは逆極性の電圧を印加する印加電圧切り替え手段として機能する印加電圧制御部を備えていることを特徴とする静電保持装置。

【請求項 3】

絶縁材で被覆された複数の電極からなる電極群を保持面として、該電極群へ所定の電圧を印加して保持対象物を静電力により接触的に保持して又は非接触的に浮上させて保持する静電保持装置において、

ハンドリング時に前記電極群に印加する電圧とは逆極性の電圧を発生させる逆極性電圧発生手段として機能する印加電圧制御手段を備え、静電力が低下した場合に前記逆極性電圧発生手段により発生した逆極性電圧を前記電極群に印加可能に構成されていることを特徴とする静電保持装置。

【請求項 4】

絶縁材で被覆された複数の電極群からなる電極群を保持面として、該電極群へ所定の電圧を印加して保持対象物を静電力により接触的に保持して又は非接触的に浮上させて保持する静電保持装置において、

前記電極群への印加電圧を、逆極性に交互に変えて印加する電圧印加手段とし

て機能する印加電圧制御手段を備えていることを特徴とする静電保持装置。

【請求項 5】

請求項 1～4 のいずれかに記載の静電保持装置を用い、前記保持面をピンセット吸引部とする静電ピンセット。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、静電気吸引力を用いて薄板などの保持対象物を接触又は非接触の状態で保持する静電保持装置及びそれを用いた静電ピンセットに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から、対象物を保持する保持装置としては真空チャックが一般に用いられているが薄板を対象とする場合には真空チャックでは周辺が撓む欠点がある。これに対して、静電チャックなどの静電保持装置によれば、電極面全体の静電力により対象物を保持することができるので、薄板をハンドリング（保持）しても周辺が撓むことがない（例えば、特許文献 1～4 参照）。

【0003】

このような静電保持装置として、例えば、図 11 及び図 13 に示すようなものが知られている。

【0004】

ここで、図 11 に示す接触型の静電保持装置 1100 においては、符号 101 は電極（静電電極）を取り付けるベース部材であり、電極要素 103a と電極要素 103b とからなる電極要素群（電極）103 が絶縁材 102 に覆われてベース部材 101 に固定されている。

【0005】

これらの電極 103 は制御部 1105 に接続され、この制御部 1105 はスイッチ SW に接続されている。この制御部は、スイッチ SW のオン（on）、オフ（off）操作により、図 12 に示すように、オン時には一定の電圧（例えば、電極要素 103a には +V ボルト、電極要素 103b には -V ボルト）を出力し、オフ時

には、これらの電圧は遮断される。これにより、スイッチSWがオン時に電極面103とハンドリング対象物104との間に静電気吸引力が誘起されてハンドリング対象物104が静電気吸引力で絶縁材102の保持面に吸引されて保持され、スイッチSWをオフ時には、これらの静電気吸引力は解消される。これにより、導体、半導体又は高抵抗体などのハンドリング対象物を静電気吸引力により吸引して、静電チャックとして機能される。

【0006】

また、図13に示す浮上型の静電保持装置1200では、電極面103は絶縁材102により包まれ、ベース板101に固定されている。電極面103と導体、半導体又は高抵抗体などのハンドリング対象物104間のギャップ（離間距離）を実時間でフィードバックするように変位センサ206が設けられている。

【0007】

変位センサ206は貫通穴207を通してハンドリング対象物104と電極面間のギャップを測定し、コントローラ1205にフィードバックする。コントローラ1205は、測定されたギャップに基づいて印加電圧を制御し、ギャップを前もって指定した所定値に維持する。例えば、図14に示すように、ギャップがターゲットギャップより大きい場合（ギャップ>ターゲット）は、所定の直流電圧を印加して、静電気吸引力を誘起してハンドリング対象物を吸引してギャップを小さくする。一方、ギャップがターゲットギャップより小さい場合（ギャップ<ターゲット）は、各電極の印加される電圧を遮断して（0Vとし）、ハンドリング対象物への吸引力を無くして自重でハンドリング対象物を下げギャップを大きくする。これを繰り返すことにより、所定のギャップにハンドリング対象物を保持することができる。

【0008】

【特許文献1】

特開平7-257751号公報

【特許文献2】

特開平9-322564号公報

【特許文献3】

特開平 10-66367 号公報

【特許文献 4】

特開 2001-9766 号公報

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図 11 及び図 13 に示す静電チャックでは、作業に伴って静電気吸引力（以下、単に吸引力という場合がある。）の低下が観察される。そして、この吸引力の低下は、使い方によって差が生じる。

【0010】

例えば、静電チャックを自動機に取り付けて作業する場合には、吸引力の低下は顕著ではないが、この静電チャックを手作業でハンドリングする場合には吸引力の低下が顕著に観察される。吸引力が低下すると必要なハンドリングを行うことができない。それ故、手作業でハンドリングを行っても十分な静電気吸引力を発生できる静電保持装置の提供が望まれる。

【0011】

そこで、この発明は、使い勝手によって静電吸引力の低下のない静電保持装置を提供することを目的とする。

【0012】

また、この発明は、手作業によって使用しても、静電吸引力の低下のない静電ピンセットを提供することを他の目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明者等は鋭意研究の結果、手作業で静電保持装置を使用した場合の吸引力の低下の原因は、ハンドリング対象物が近くにいる状態で静電保持装置のスイッチをオンとした状態で放置することが多いことに関連することをつきとめた。

【0014】

例えば、絶縁材 102 として体積抵抗が $10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ である材料を用いて試作された静電保持装置 1100 では、ハンドリング対象物 104 が近距離（1 m

m以下)にある状態では吸引力の低下は顕著ではないが、ハンドリング対象物 104 が存在しない状態で3分間程度の間電圧を印加しつづけると、次に電圧を印加してもハンドリング対象物 104 に対する吸引力が働かなくなった。また、この吸引力は時間の経過とともに回復するが、その回復には数時間を要することが確認された。

【0015】

そこで、本発明者等は、この理由を電極表面を被覆している絶縁材 102 の内部分極によるものと推定した。

【0016】

すなわち、絶縁材は絶縁目的を満たすために抵抗値の高い材料が用いられている。ここで、絶縁材の内部分極は、一般には、電子分極、原子分極、双極子分極及び空間電荷分極等から構成されている。これらの中で、電子分極及び原子分極はそれぞれ電子振動及び原子振動の早さに相当するので、外部電界を遮断すると(印加電圧を遮断すると)、瞬時的に内部分極は消滅するので実質的な影響はない。しかしながら、双極子分極や空間電荷分極では、内部分極の生起や進行には強い外部電界が必要であると共に、一度内部分極が生起して進行した場合、その内部分極が消滅するまでに要する緩和時間は数時間程度と長くなる。

【0017】

そこで、従来の静電保持装置の絶縁材にもこの双極子分極や空間電荷分極が生起、進行してこの内部分極が影響しているのではないかと推定した。すなわち、絶縁材の内部分極の存在している状態では、電圧を印加してハンドリング対象物を吸引しようとしても、電界が乱れているのでハンドリング対象物に対する静電吸引力が弱まる。この静電吸引力の弱まる程度は、絶縁材内の双極子分極及び空間電荷分極の存在度合いに左右されるが、この双極子分極及び空間電荷分極の進行度合いは、絶縁材の構成成分、外部電界(印加電圧と電極形状)に依存する他その印加時間に依存する。

【0018】

このような双極子分極や空間電荷分極は、逆方向の外部電界の無い状態では、内部分極の消滅には数時間程度の長い緩和時間を要するが、分極方向とは逆方向

の外部電界を印加することにより、瞬時に解消又は緩和できる。

【0019】

そこで、本発明者等は、このような吸引力の低下した静電保持装置に対して、同一電極群に対して、同一電極群に先に印加していた印加電圧とは逆極性の電圧を印加したところ、吸引力が直ぐに回復することをつきとめ本発明に到達した。

【0020】

すなわち本発明は、絶縁材で被覆された複数の電極からなる電極群を保持面として、該電極群へ所定の電圧を印加して保持対象物を静電力により接触的に保持して又は非接触的に浮上させて保持する静電保持装置の改良である。

【0021】

第1の発明は、前記電極群へ印加する電圧の極性を切り替えて前記絶縁材内に発生する内部分極を消滅させる内部分極消去手段を備えていることを特徴とする静電保持装置である。

【0022】

第2の発明は、前記電極群への印加電圧を遮断から印加に切り替える度に同一電極群には前回の印加電圧とは逆極性の電圧を印加する印加電圧切り替え手段として機能する印加電圧制御部を備えていることを特徴とする静電保持装置である。

。

【0023】

第3の発明は、ハンドリング時に前記電極群に印加する電圧とは逆極性の電圧を発生させる逆極性電圧発生手段として機能する印加電圧制御手段を備え、静電力が低下した場合に前記逆極性電圧発生手段により発生した逆極性電圧を前記電極群に印加可能に構成されていることを特徴とする静電保持装置である。

【0024】

第4の発明は、前記電極群への印加電圧を、逆極性に交互に変えて印加する電圧印加手段として機能する印加電圧制御手段を備えていること特徴とする静電保持装置である。

【0025】

このような静電保持装置によれば、保持面の静電力により保持対象物を接触的

又は非接触的（静電浮上）に保持することができる。

【0026】

また第1の発明のように、電極群へ印加する電圧の極性を切り替えて前記絶縁材内に発生する内部分極を消滅させる内部分極消去手段として機能する印加電圧制御手段を備えていれば、保持対象物を保持しない状態で電極群へ電圧を印加して絶縁材内に内部分極が進行されていても、その内部分極が内部分極消去手段により消去又は緩和されて、吸引力を回復させることができる。

【0027】

また、第2の発明のように、電極群への印加電圧を遮断から印加に切り替える度に同一電極群には前回の印加電圧とは逆極性の電圧を印加する印加電圧切り替え手段として機能する印加電圧制御部を用いれば、同一電極群には前回の印加電圧とは逆極性の電圧が印加されるので、絶縁材内に内部分極が進行されていても、その内部分極が瞬時に消滅又は緩和されて、吸引力を直ぐに回復させることができる。

【0028】

また、第3の発明のように、ハンドリング時に前記電極群に印加する電圧とは逆極性の電圧を発生させる逆極性電圧発生手段として機能する印加電圧制御手段を備え、前記絶縁材内に内部分極が発生して静電力が低下した場合に前記逆極性電圧発生手段により発生した逆極性電圧を前記電極群に印加可能に構成されているものを用いれば、絶縁材内の内部分極に起因した静電吸引力の低下があった場合、逆極性電圧発生手段により発生した逆極性電圧を電極群に積極的に印加することにより、その内部分極が瞬時に消滅又は緩和されて、吸引力を直ぐに回復させることができる。

【0029】

また、第4の発明のように、電極群には、正負の逆極性の電圧を交互に印加する電圧印加手段として機能する印加電圧制御手段を備えていれば、電極群には正負の逆極性の電圧が交互に印加されるので、絶縁材内に内部分極を生起することが無く、内部分極に基づく静電吸引力の低下を防ぐことができる。

【0030】

以上のような静電保持装置は、半導体ウエハーなどの各種の薄膜を把持する把持手段としたり、また、長時間にわたって安定に保持できるので、半導体ウエハーへ露光する際の半導体ウエハーを保持するステージ（保持台）としての有用性が期待される。また、半導体ウエハーなど薄膜の搬送装置としての応用も期待される。

【0031】

また、以上のような静電保持装置は、ハンドリング対象物が保持面近傍に存在しない状態で不用意に電極面に電圧を印加させやすい静電ピンセットなどを含めて手作業により静電保持装置を取り扱う場合に特に有効に利用される。

【0032】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施の形態に係る接触支持型の静電保持装置につき図面に基づき説明する。

【0033】

図1は、本発明の実施の形態に係る接触支持型の静電保持装置の概念を説明する概念図であり、静電保持装置を電極面に対して直交する中心を通る断面により切断した場合の断面図が示されている。

【0034】

図1において符号100は接触型の静電保持装置であり、ベース部材101の一面には絶縁材102が形成されている。この絶縁材102に周囲を被覆されて電極群103が形成されている。この電極群103は、二つの電極要素群103a, 103bから構成されている。ここでは、絶縁材102は、電極要素群103aと電極要素群103bとの間、電極群103とハンドリング対象物104間を絶縁するために、高い絶縁抵抗を有する材料が用いられている。

【0035】

また、このとき発生する静電気吸引力は、ハンドリング対象物104と電極群103の表面との距離（絶縁材の厚みd）の2乗に反比例するので、十分な静電気吸引力を誘起するには、絶縁材102の厚みdは絶縁耐圧を満たす限りなるべく薄く形成することが重要であり、一般的には100 μ m程度である。

【0036】

電極群 103 には、図 2 に示すように、スイッチ SW と連動して電極群への印加電圧を遮断から印加に切り替える度に、同一電極には前回の印加電圧とは逆極性の電圧を印加するコントローラ 105（印加電圧切り替え手段として機能する印加電圧制御部）が接続されている。

【0037】

次にこのような静電保持装置 100 を用いたハンドリング対象物 104 のロード及びアンロードについて説明する。

【0038】

例えば、保持面としての絶縁材 102 に保持対象物としてのハンドリング対象物 104 を接触させた状態で、スイッチ SW を切断（オフ:off）状態から印加（オン:on）状態とする。このときの時刻（time）を t_1 とすると、図 2 に示すように、時刻 t_1 では、コントローラ 105 の出力 1（output 1）から正の電圧である $+V_1$ ボルトが電極要素群 103 a に印加され、また、出力 2（output 2）から出力 1 とは逆極性の負の電圧 $-V_1$ ボルトが電極要素群 103 b に出力される。これにより、電極群 103 の表面とハンドリング対象物 104 との間に静電気が誘起されて、導体、半導体、高抵抗体などのハンドリング対象物 104 が静電気吸引力により絶縁材 102 に吸引されて支持することができる（ロード）。

【0039】

次に、時刻 t_2 においてスイッチ SW をオフ（off）とすると、各出力 1 及び出力 2 からの出力がゼロボルトとなり、絶縁材 102 の表面での静電気吸引力が消滅してハンドリング対象物 104 の保持を解消することができる（アンロード）。

【0040】

次に、時刻 t_3 にて不用意に（又は誤って）ハンドリング対象物 104 が近くに無い状態で長時間スイッチ SW をオンとしてしまう。すると、ハンドリング対象物 104 が無い状態で電極 103 に所定の電圧を印加し続けることになる。このようにハンドリング対象物 104 が無い状態で例えば、3 分間以上電極に所定の電圧を印加し続けると、電極群 103 の表面の絶縁材 102 にはそれぞれの極

性に応じた内部分極が時間の経過と共に進行される。すなわち、電極要素群 1 0 3 a 近傍の絶縁材 1 0 2 には出力 1 (output 1) の負の電圧に基づく内部分極が進行され、電極要素群 1 0 3 b 近傍の絶縁材 1 0 2 には出力 2 (output 2) の正の電圧に基づく内部分極が進行される。この結果、保持面としての絶縁材 1 0 2 には進行した内部分極に起因して、その後にハンドリング対象物 1 0 4 を接触しても出力 1 及び出力 2 に基づく静電気吸引力が弱くなりハンドリング対象物 1 0 4 を吸着保持することができなくなる。

【0 0 4 1】

そこで、 t_4 にて一度スイッチ SW を切断し、ハンドリング対象物 1 0 4 を接触させた状態で t_5 にて再びスイッチ SW をオンとする。本発明の実施の形態 1 で使用されるコントローラ 1 0 5 では、スイッチ SW がオンされる毎に、同一電極には前回のオン状態で印加された印加電圧と逆極性の電圧が印加されるように設定されているので、時刻 t_5 では、出力 1 (output 1) からは前回のオン時とは逆極性の正の電圧である $+V_1$ ボルトが電極要素群 1 0 3 a に印加され、また、出力 2 (output 2) から前回のオン時とは逆極性の負の電圧 $-V_1$ ボルトが電極要素群 1 0 3 b に出力される。これにより、電極群 1 0 3 の表面の絶縁材 1 0 2 に進行された内部分極を打ち消す電圧が印加されることにより、内部分極は瞬時に消滅される。なお、この発明では、逆極性の電圧を印加する目的は内部分極を瞬時に消滅させることであるので、極性が異なれば、 V_1 と V の絶対値は必ずしも等しくなくてもよい。

【0 0 4 2】

これにより、時刻 t_5 で印加された電圧により、電極群 1 0 3 の表面とハンドリング対象物 1 0 4 との間に静電気が正常に誘起されて、導体、半導体、高抵抗体などのハンドリング対象物 1 0 4 が再び静電気吸引力により絶縁材 1 0 2 に吸引されて支持することができる (ロード)。

【0 0 4 3】

すなわち、本発明で用いるコントローラ 1 0 5 は、スイッチ SW のオン (on)、オフ (off) に応じて、スイッチ SW がオンされた場合には、前回のスイッチ SW がオフとされる前の各電極要素群 1 0 3 a と電極要素群 1 0 3 b に印加されてい

た電圧と逆極性の電圧が印加されるように制御されていることにより、絶縁材 102 内に緩和時間の長い双極子分極や空間電荷分極が生起されて進行されていたとしても、瞬時にこれらの内部分極を消滅して、ハンドリング対象物 104 の保持を可能とする。

【0044】

これにより、従来の静電保持装置では、ハンドリング対象物 104 が無い状態で不用意にスイッチ SW をオンとすることにより保持面としての絶縁材 102 中に不用意に内部分極を発生してハンドリング対象物への保持能力が低下するが、この発明の静電保持装置 100 では、スイッチ SW をもう一度入れ直すことにより絶縁材 102 中の内部分極が瞬時に消滅されて常に所望の静電気吸引力を維持させることができる。

【0045】

なお、このようなハンドリング対象物 104 が無い状態で不用意にスイッチ SW をオンとする操作は、装置のメンテナンスや装置の調整時に起こりやすい。一度内部分極が生起すると、静電吸引力が極端に低下するが、この発明の実施の形態に係る装置では、スイッチ SW を入れ直すだけで、内部分極が解消されて、実用的な静電吸引力を直ぐに回復できるという、実用的に有意義な効果を奏することができる。

【0046】

【変形例 1】

以下に本発明の実施の形態に係る静電保持装置の変形例として、非接触型（浮上型）の静電保持装置につき図面に基づき説明する。発明の実施の形態と実質的に同一乃至は均等な部位部材は同一番号を付して説明する。

【0047】

図 3 は、本発明の実施の形態の変形例に係る非接触支持型の静電保持装置の概念を説明する概念図であり、静電保持装置を電極面に対して直交する中心を通る断面により切断した場合の断面図が示されている。

【0048】

変形例 1 に係る静電保持装置 200 によれば、電極面 103 は絶縁材 102 に

より包まれ、ベース板101に固定されている。電極面103と導体、半導体又は高抵抗体などのハンドリング対象物104間のギャップ（離間距離）を実時間でフィードバックするように変位センサ206が設けられている。変位センサ206は貫通穴207を通してハンドリング対象物104と電極面間のギャップを測定し、コントローラ205にギャップが所定値より大きい小さいかのシグナル情報(signal)Aをオン情報(on)又はオフ情報(off)としてフィードバックする。

【0049】

ここで、この変形例に係るコントローラ205は本発明に従う印加電圧切り替え手段として機能する印加電圧制御部であり、このシグナル情報Aに基づいて、図4に示すように、ギャップがターゲットギャップより大きい場合（ギャップ>ターゲット）は、シグナル(signal)Aからのオン(on)情報を入力してコントローラ205からの出力1, 2に所定の印加電圧を出力し、ギャップがターゲットギャップより小さい場合（ギャップ<ターゲット）は、シグナル(signal)Aからのオフ(off)情報を入力してコントローラ205からの出力1, 2を遮断する。また、このオン情報が入力される毎に、出力1（又は出力2）から出力される印加電圧の正負が逆転している。

【0050】

例えば、時刻 t_0 にてハンドリング対象物104が保持するに十分に近い状態でメインスイッチがオンとされて、コントローラ205を含む静電保持装置200が作動されたとする。

【0051】

ハンドリング対象物104は、自重により落下するので、時刻 t_1 にてギャップが大きくなりターゲットギャップよりも大きくなる。

【0052】

ここで、時刻 t_1 では、ターゲットギャップよりも大きくなった旨のシグナル情報Aがオン情報としてコントローラ205に入力される。

【0053】

コントローラ205は出力1には所定の正の電圧+V1ボルトを出力し、出力

2 には、出力 1 とは逆極性の負の電圧 $-V_1$ ボルトを出力し、ハンドリング対象物 104 と電極面 103 との間で静電気吸引力を誘起してハンドリング対象物 104 を吸引してギャップが小さくなるように誘導される。

【0054】

次に、時刻 t_2 でギャップがターゲットギャップより小さくなるが、その場合は、シグナル A はオフ (off) 情報を出力し、この出力情報はコントローラ 205 に入力される。コントローラ 205 は、この入力されたオフ情報に基づいて各電極の印加される電圧を遮断して ($0V$ とし)、ハンドリング対象物 104 と電極面 103 との静電吸引力を無くして自重でハンドリング対象物 104 を下げギャップが大きくなるように誘導する。

【0055】

次に、時刻 t_3 でギャップが再びターゲットギャップより大きくなるが、その場合は、シグナル A はオン情報を出力し、この出力情報はコントローラ 205 に入力される。コントローラ 205 は、この入力されたオン情報に基づいて各電極に所定の電圧を印加する。ここでは、時刻 t_1 にて印加された前回の各電極群 103a、103b に印加された電圧とは逆極性の電圧が印加される。すなわち、出力 1 には所定の負の電圧 $-V_2$ ボルトが出力され、出力 2 には前回の印加電圧とは逆極性の正の電圧 $+V_2$ ボルトが出力される。

【0056】

ここで、各出力 1, 2 から出力される電圧は、前回に印加された電圧とは逆極性であればよく、 V_1 と V_2 の絶対値は同一であってもよく、また異なってもよい。すなわち、例えば、出力 1 には出力される電圧は負であれば、先に印加された電圧 $+V_1$ ボルトとは絶対値が等しい、 $-V_1$ ボルトであってもよい。

【0057】

これにより、ハンドリング対象物 104 と電極面 103 との間で静電気吸引力を誘起してハンドリング対象物 104 を吸引してギャップが小さくなるように誘導される。また、絶縁材 102 に内部分極がある場合には各電極 103 には逆極性の電圧が印加されるので、内部分極は緩和又は消滅させることができる。

【0058】

次に、時刻 t_4 でギャップがターゲットギャップより小さくなるが、その場合は、シグナル A はオフ (off) 情報を出力し、この出力情報はコントローラ 205 に入力される。コントローラ 205 は、この入力されたオフ情報に基づいて各電極の印加される電圧を遮断して (0 V とし)、ハンドリング対象物 104 と電極面 103 との静電吸引力を無くして自重でハンドリング対象物 104 を下げギャップが大きくなるように誘導する。

【0059】

次に、時刻 t_5 でギャップが再びターゲットギャップより大きくなるが、その場合は、シグナル A はオン情報を出力し、この出力情報はコントローラ 205 に入力される。コントローラ 205 は、この入力されたオン情報に基づいて時刻 t_3 にて印加された前回の各電極要素群 103 a、103 b に印加された電圧とは逆極性の電圧が印加される。これにより、ハンドリング対象物 104 と電極面 103 との間で静電気吸引力を誘起してハンドリング対象物 104 を吸引してギャップが小さくなるように誘導される。また、絶縁材 102 に内部分極がある場合には各電極 103 には逆極性の電圧が印加されるので、内部分極は緩和又は消滅させることができる。

【0060】

次に、時刻 t_6 でギャップがターゲットギャップより小さくなるが、その場合は、シグナル A はオフ (off) 情報を出力し、この出力情報はコントローラ 205 に入力され、この入力されたオフ情報に基づいてハンドリング対象物 104 はギャップが大きくなるように誘導される。

【0061】

以下同様に、時刻 t_7 でギャップが再びターゲットギャップより大きくなるので、シグナル A のオン情報に基づいて、時刻 t_5 にて印加された前回の各電極群 103 a、103 b に印加された電圧とは逆極性の電圧が印加されてハンドリング対象物 104 はギャップが小さくなるように誘導される。

【0062】

以上のような静電保持装置 200 によれば、コントローラ 205 から出力される電圧は、印加電圧が遮断から印加に切り替える度に同一電極には前回の印加電圧とは異なる極性（逆極性）の電圧が印加されるので、絶縁材 102 内の内部分極が進行されないか、または、内部分極があった場合にも内部分極は緩和又は消滅させることができる。

【0063】

【変形例 2】

以下に本発明の実施の形態に係る静電保持装置の変形例として、接触型の静電保持装置につき図面に基づき説明する。発明の実施の形態と実質的に同一乃至は均等な部位部材は同一番号を付して説明する。

【0064】

図 5 は、本発明の実施の形態の変形例に係る静電保持装置の概念を説明する概念図であり、静電保持装置を電極面に対して直交する中心を通る断面により切断した場合の断面図が示されている。

【0065】

この変形例 2 に係る静電保持装置 300 では、図 1 に係る静電保持装置 100 のスイッチ SW 及びコントローラ 105 とからなる印加電圧制御部に変えて、二つのスイッチ SW1 及び SW2 とコントローラ 305 からなる逆極性電圧発生手段としても機能する印加電圧制御部が用いられている。

【0066】

このような印加電圧制御部によれば、スイッチ SW1 及び SW2 のオン(on)、オフ(off)操作により、出力 1 (output1) および出力 2 (output2) に図 6 に示すような印加電圧を出力することができる。

【0067】

このような静電保持装置 300 によれば、スイッチ SW1 をオン、オフすることにより、出力 1 及び出力 2 から互いに逆極性の印加電圧を出力させることができ、これにより、スイッチ SW1 がオン状態（時刻 $t_1 - t_2$ 及び時刻 $t_3 - t_4$ 間）では、電極要素群 103a には、正の印加電圧 $+V_1$ ボルトを印加させ、電極要素群 103b には負の印加電圧 $-V_1$ ボルトを印加させることができ、こ

れにより、電極面 103 とハンドリング対象物 104 との間に静電気吸引力を働かせてハンドリング対象物 104 を保持面に保持させることができる。また、スイッチ SW1 をオフ（時刻 t_2 又は t_4 ）とすることにより、出力 1 及び出力 2 の印加電圧を遮断させて、静電気吸引力を消去させて保持力を解消させてハンドリング対象物をロードさせたり、アンロードさせたりするハンドリング操作を行うことができる。以下、このスイッチ SW1 によりロード、アンロードしている状態をハンドリング操作時と略称して説明する。

【0068】

また、スイッチ SW1 がオフ状態（時刻 $t_4 - t_7$ ）のときに、スイッチ SW2 をオン（時刻 t_5 ）とすることにより、出力 1 からハンドリング操作時とは異なる極性の負の電圧 $-V_2$ ボルトを出力し、出力 2 からハンドリング操作時とは異なる極性の正の電圧 $+V_2$ ボルトを出力させることができる。これにより、この変形例 2 に係る印加電圧制御部は、ハンドリング時に電極 103 に印加する電圧とは逆極性の電圧を発生させる逆極性電圧発生手段としても機能する。

【0069】

以上のような静電保持装置 300 によれば、ハンドリング操作時に同一電極要素群 103a 又は 103b に同一極性の電圧が印加されることにより絶縁材 102 に内部分極が発生して静電保持力が弱くなった場合にスイッチ SW2 をオンとすることにより、静電保持力を回復させることができる。

【0070】

すなわち、この変形例 2 に係る逆極性電圧発生手段によりスイッチ SW1 がオフ状態でスイッチ SW2 をオンとすれば、各電極 103 にはハンドリング操作時とは異なる極性の電圧が印加される。これにより、静電保持力を弱める原因となる絶縁材 102 内の内部分極が消滅又は緩和されて、静電保持装置の静電気吸引力を回復させることができる。

【0071】

【変形例 3】

以下に本発明の実施の形態に係る静電保持装置の変形例として、非接触型（浮上型）の静電保持装置につき図面に基づき説明する。変形例 2 と実質的に同一乃

至は均等な部位部材は同一番号を付して説明する。

【0072】

図7は、本発明の実施の形態の変形例に係る非接触型の静電保持装置400の概念を説明する概念図であり、静電保持装置を電極面に対して直交する中心を通る断面により切断した場合の断面図が示されている。

【0073】

この変形例3に係る静電保持装置400では、図3に係る静電保持装置200のコントローラ205からなる印加電圧制御部に加えて、スイッチSW2の制御信号によっても印加電圧を制御可能なコントローラ405が印加電圧切り替え手段として機能する印加電圧制御部として用いられている。

【0074】

このような印加電圧制御部によれば、シグナルAのオン(on)、オフ(off)情報及びスイッチSW2の情報により、出力1(output1)および出力2(output2)に図8に示すような印加電圧を出力することができる。

【0075】

すなわち、このような静電保持装置400によれば、シグナルAのオン、オフ情報に基づいて出力1及び出力2から互いに逆極性の印加電圧を出力する。すなわち、スイッチSW2がオフの状態、例えば、時刻t1でシグナルAのオン情報を入力したコントローラ405は、出力1からは正の電圧+V1を出力し、出力2からは負の電圧-V1を出力し静電吸引力を働かせてギャップを小さくさせる。また、時刻t2でシグナルAのオフ情報が入力されることにより、印加電圧を遮断（出力1及び出力2ともに0ボルト）させることにより、ハンドリング対象物104を自重で落下させてギャップを大きくする。

【0076】

また、時刻t3でシグナルAのオン情報を入力したコントローラ405は、出力1からは正の電圧+V1を出力し、出力2からは負の電圧-V1を出力し、また、時刻t4でシグナルAのオフ情報が入力されることにより、印加電圧を遮断（出力1及び出力2ともに0ボルト）させる。

【0077】

ついで、スイッチ S W 2 がオンの状態で、例えば、時刻 t 5 でシグナル A のオン情報を入力したコントローラ 4 0 5 は、出力 1 からは負の電圧 $-V 2$ を出力し、出力 2 からは正の電圧 $+V 2$ を出力し静電吸引力を働かせてギャップを小さくさせる。

【0 0 7 8】

時刻 t 6 でシグナル A のオフ情報が入力されることにより、印加電圧を遮断（出力 1 及び出力 2 とともに 0 ボルト）させることにより、ハンドリング対象物 1 0 4 を自重で落下させてギャップを大きくする。

【0 0 7 9】

また、時刻 t 7 でシグナル A のオン情報を入力したコントローラ 4 0 5 は、出力 1 からは再び正の電圧 $+V 1$ を出力し、出力 2 からは負の電圧 $-V 1$ を出力し、また、時刻 t 8 でシグナル A のオフ情報が入力されることにより、印加電圧を遮断（出力 1 及び出力 2 とともに 0 ボルト）させる。

【0 0 8 0】

このような制御を繰り返すことにより、所定のギャップにハンドリング対象物を保持することができる。

【0 0 8 1】

ここで、この変形例 3 に係る静電保持装置 4 0 0 では、スイッチ S W 2 がオン状態の時刻 t 5 - t 6 の間に出力される印加電圧は、時刻 t 1 - t 4 の間に印加された電圧と極性が逆転されていることにより、時刻 t 1 - t 4 の間に絶縁材 1 0 2 内に内部分極が生起されて進行されていても時刻 t 5 - t 6 の逆極性の電圧の印加により内部分極は緩和され又は消去される。

【0 0 8 2】

このように、ハンドリング操作時に同一電極要素群 1 0 3 a 又は 1 0 3 b に同一極性の電圧を印加させて絶縁材 1 0 2 に内部分極が発生して静電保持力が弱くなった場合には、スイッチ S W 2 をオンとすることにより、各電極 1 0 3 に逆極性の電圧を印加させることにより内部分極を消滅又は緩和させて静電保持装置の静電気吸引力を回復させることができる。

【0 0 8 3】

なお、ここでは、スイッチ SW2 の操作により同一電極に印加される電圧の極性を変更するように制御していたが、その制御の形式及び制御のタイミングは自由である。例えば、スイッチ SW2 の操作によらずに、ハンドリング操作時間の一定時間が経過する毎に印加電圧の正負を逆転して印加させて制御してもよい。

【0084】

【変形例 4 及び 5】

以下に本発明の実施の形態の変形例 4 及び 5 を図面に基づき説明する。実施の形態 1 及び変形例 1 と同一乃至は均等な部位部材は同一番号を付して説明する。

【0085】

ここで、図 9 及び図 10 は、本発明の実施の形態の変形例に係る静電保持装置の概念を説明する概念図であり、静電保持装置を電極面に対して直交する中心を通る断面により切断した場合の断面図が示されている。ここで、図 9 は接触支持型の静電保持装置を示し、図 10 は非接触支持型（浮上型）の静電保持装置を示している。

（接触型の静電保持装置）

図 9 において符号 500 は接触型の静電保持装置であり、ベース部材 101 の一面には絶縁材 102 が形成されている。この絶縁材 102 に周囲を被覆されて電極 103 が形成されている。この電極 103 は、二つの電極要素群 103a, 103b から構成されている。各電極 103（電極要素群 103a, 103b）には、図 9 に示すような波形の印加電圧を発生させるコントローラ 505 が接続されている。

【0086】

すなわち、このコントローラ 505 には、電極要素群 103a と電極要素群 103b とに正、負の互いに逆極性の電圧を印加すると共に、同一電極要素には正負の逆極性の電圧を交互に印加（交番電場を印加）している。

【0087】

このようなコントローラ 505 を備えれば、印加電圧を逆極性に変換することによって、ハンドリング対象物 104 の表面に逆極性の電荷が瞬時的に誘導されて、絶縁材 102 の内部に内部分極が生起することがなく、常に一定の静電吸引

力を得ることができる。

【0088】

この印加電圧の変換周波数はとくには制限されずに、例えば、数百Hz以下である。なお、交番電場の波形は、図に示すような矩形波が好ましい。

(浮上型の静電保持装置)

図10に示す本発明の変形例5に係る静電保持装置600では、同一電極要素には正極と負極の電圧を常に交互に印加するコントローラ605が用いられている。

【0089】

このようなコントローラ605を用いることにより、ハンドリング対象物104とのギャップ(距離)を広げたいときは、印加電圧を遮断し、自重でハンドリング対象物104を下ろすが、ギャップを狭めたいときは、図10に示すように、極性の異なる2電圧を交互に印加するようにすると、絶縁材102内に内部分極を起こすことなく、静電気吸引力の連続した降下を妨げ、安定した浮上支持を実現することができる。

【0090】

以上の実施の形態及び変形例にて説明した静電保持装置を用いれば、把持手段を用いずに対象物を保持したり保持を解除することが自由にできるので、薄膜部材のハンドリング装置、静電浮上システムなどへの利用が期待され、電子ビーム加工や露光装置での位置決め用の各種ステージとして、精密機械や部品の防振など、また、ハードディスクなどの静電浮上装置としても利用が期待される。

【0091】

また、浮上型の静電保持装置を用いれば、把持手段を用いずに対象物が浮上した状態で対象物を保持したり保持を解除することが自由にできるので、半導体ウエハーなどの薄膜のハンドリング装置、静電搬送装置、各種浮上システムなどへの利用が期待される。また、このような浮上型の静電保持装置によれば、摩耗や発塵などの無い各種の静電チャックへの応用が期待される。

【0092】

また、以上の静電保持装置によれば、ハンドリング対象物が近くに無い状態で

、スイッチをオンとしても、絶縁材内に発生した内部分極を消滅又は緩和できたり、又は内部分極を生起させないので、常に安定した静電保持力を得ることができ。これにより、本発明の静電保持装置を、例えば、静電ピンセットなどの手作業でハンドリングを行う装置に適用することにより、本発明の有効な効果を奏させることができる。

【0093】

以上、この発明の実施の形態を図面により詳述してきたが、具体的な構成はこの実施の形態に限らず、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計の変更等があってもこの発明に含まれる。

【0094】

【発明の効果】

以上説明してきたように、この発明によれば、使い勝手によって静電吸引力の低下のない静電保持装置を提供することができる。また、この静電保持装置は、手作業によって使用しても、静電吸引力の低下がないので、静電ピンセットなどとして利用することができる、という実用上有益な効果を発揮する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態に係る接触型の静電保持装置の一例を断面により説明する図である。

【図2】 図1の静電保持装置の電極に印加される電圧の波形を説明する図である。

【図3】 本発明の実施の形態に係る浮上型の静電保持装置の一例を断面により説明する図である。

【図4】 図3の静電保持装置の電極に印加される電圧の波形を説明する図である。

【図5】 本発明の実施の形態に係る接触型の静電保持装置の一例を断面により説明する図である。

【図6】 図5の静電保持装置の電極に印加される電圧の波形を説明する図である。

【図7】 本発明の実施の形態に係る浮上型の静電保持装置の一例を断面により

説明する図である。

【図 8】 図 7 の静電保持装置の電極に印加される電圧の波形を説明する図である。

【図 9】 本発明の実施の形態に係る接触型の静電保持装置の一例を断面により説明する図である。

【図 10】 本発明の実施の形態に係る浮上型の静電保持装置の一例を断面により説明する図である。

【図 11】 従来の静電チャックを説明する図である。

【図 12】 図 11 の静電チャックの電極に印加される電圧の波形を説明する図である。

【図 13】 従来の浮上型の静電チャックを説明する図である。

【図 14】 図 13 の静電チャックの電極に印加される電圧の波形を説明する図である。

【符号の説明】

100, 200, 300, 400, 500, 600, 1100, 1200 : 静電保持装置

101 : ベース部材

102 : 絶縁材

103 : 電極 (電極面, 電極群)

103a : 電極要素群

103b : 電極要素群

104 : 保持対象物

105, 205, 305, 405, 505, 605 (印加電圧制御部 : 内部分極消去手段)

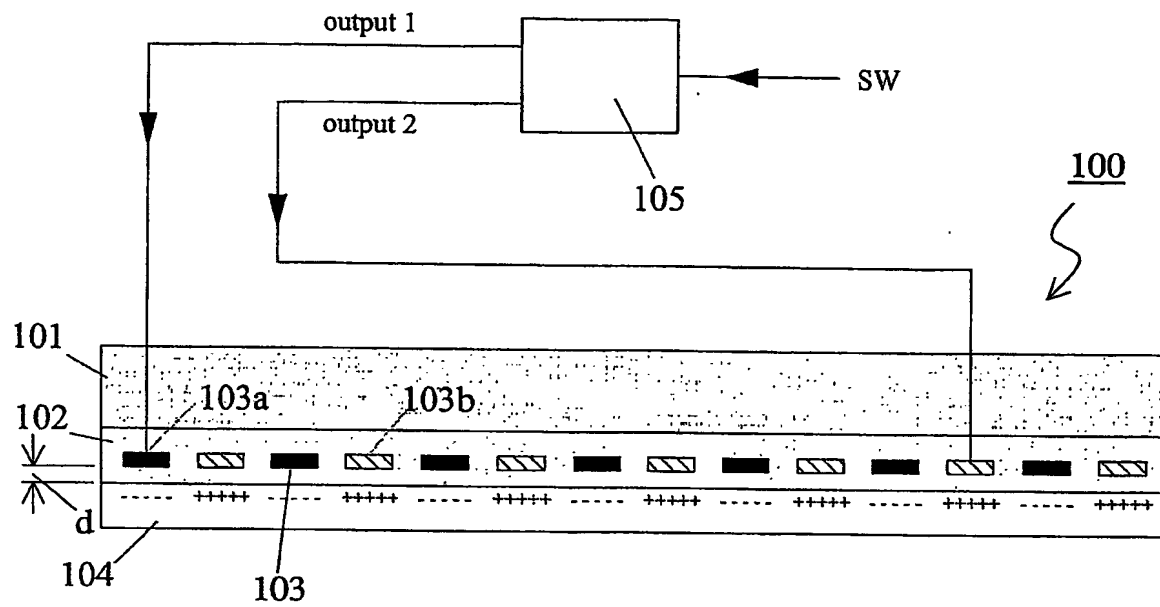
1105, 1205 : 制御部 (コントローラ)

206 : 変位センサ

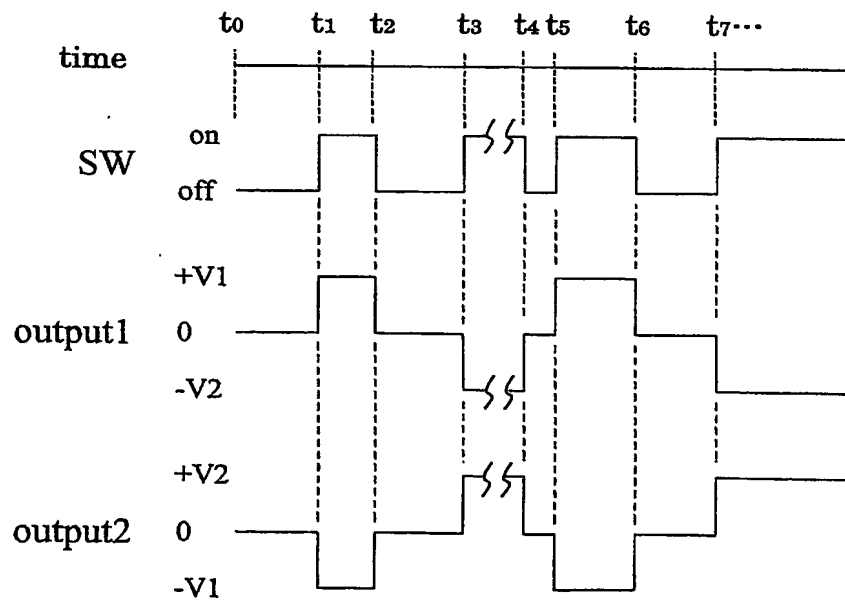
207 : 貫通穴

【書類名】 図面

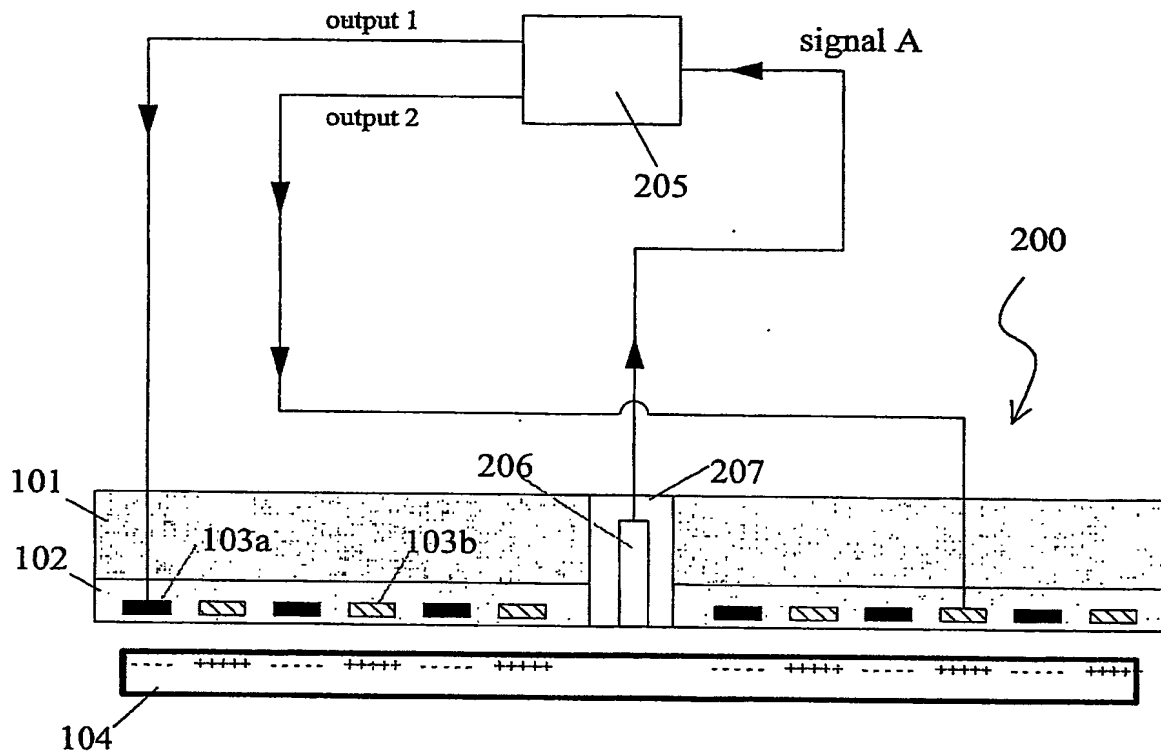
【図 1】



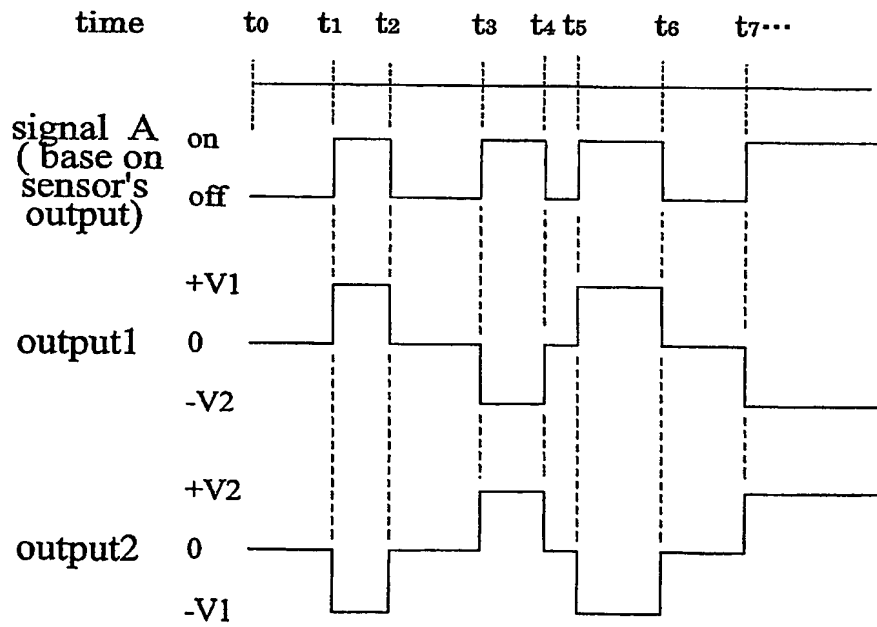
【図 2】



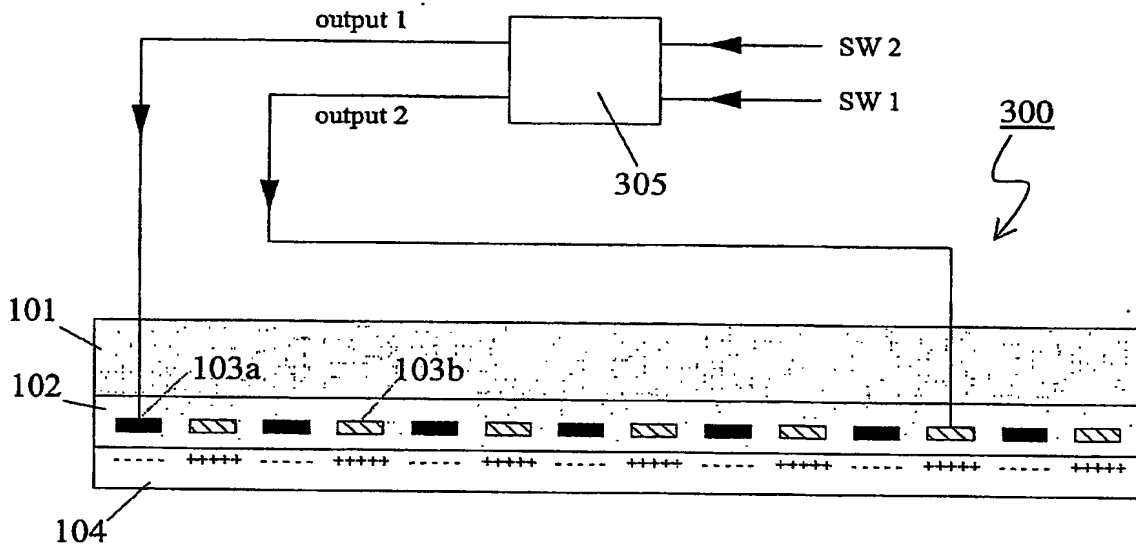
【図 3】



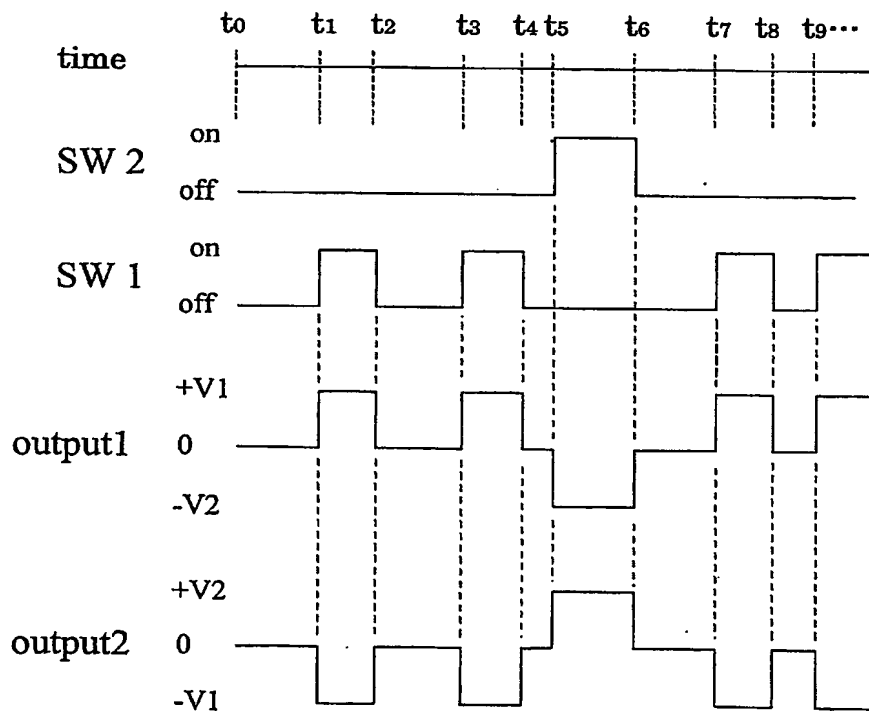
【図 4】



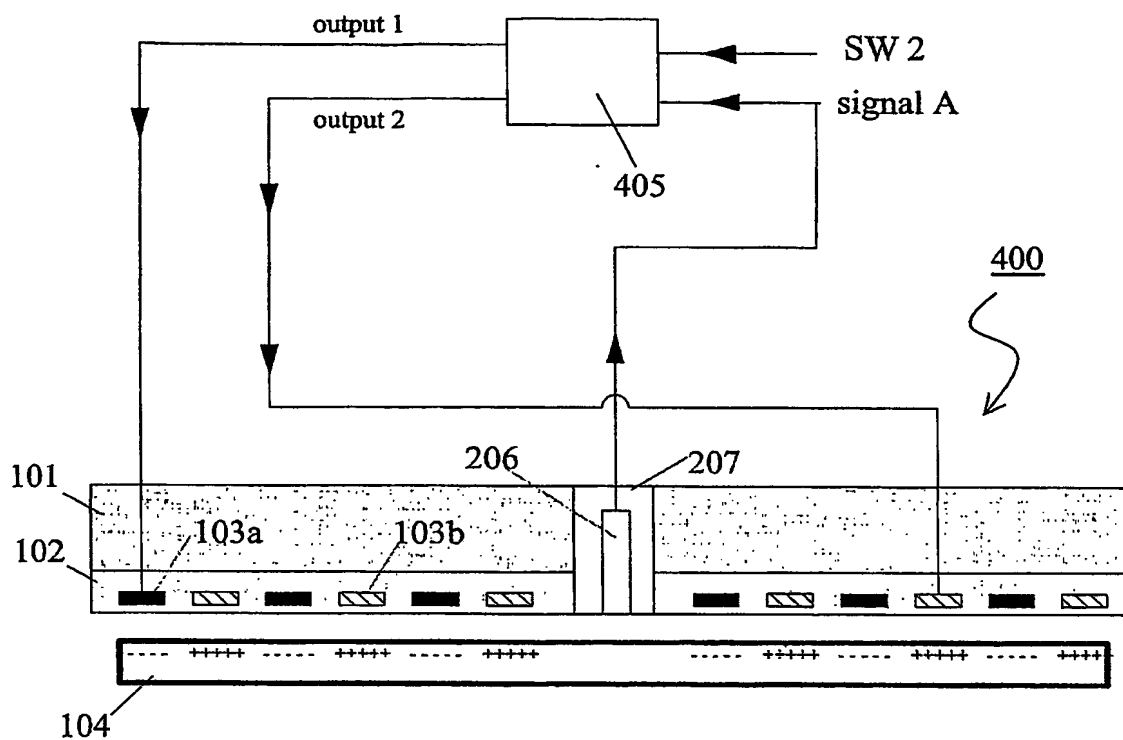
【図 5】



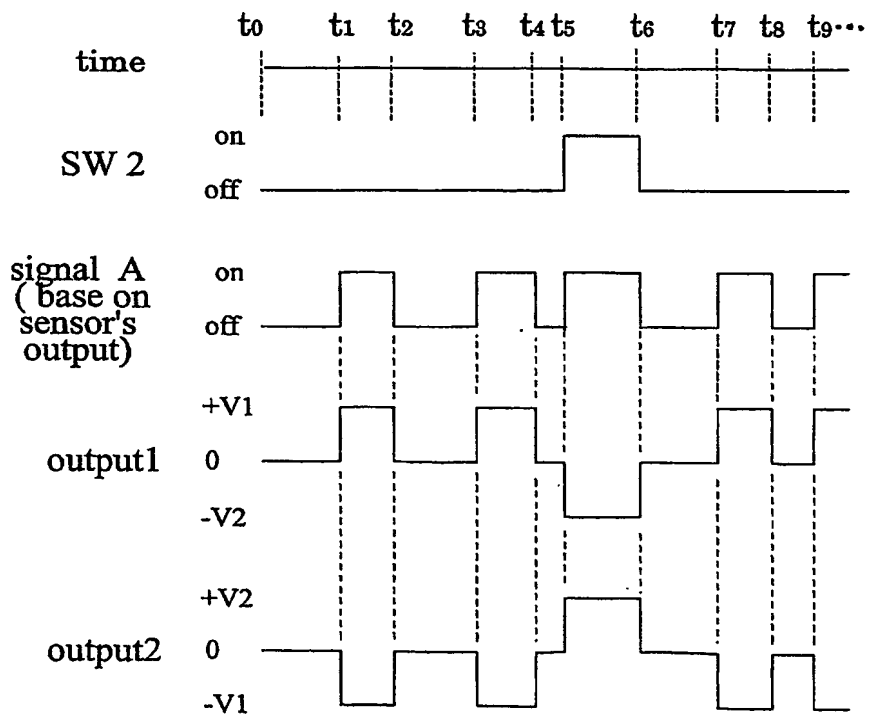
【図 6】



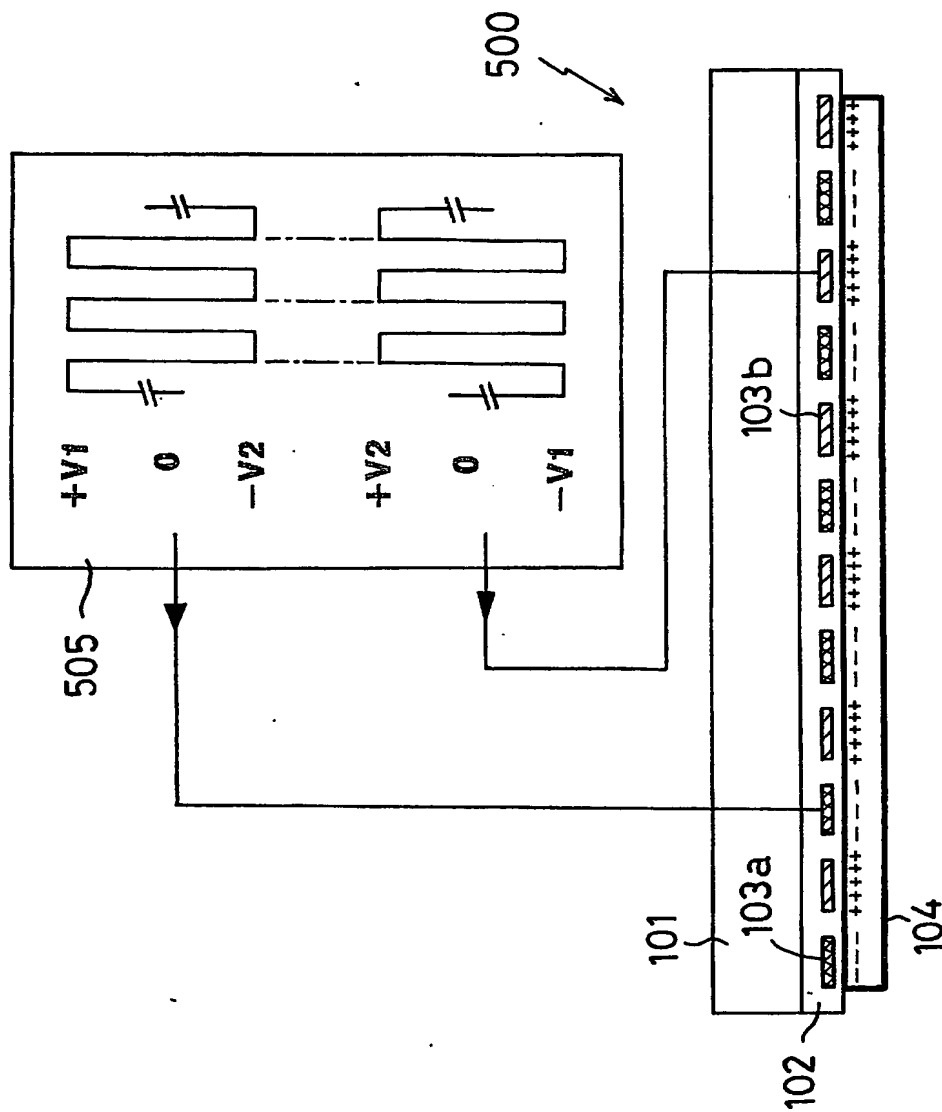
【図 7】



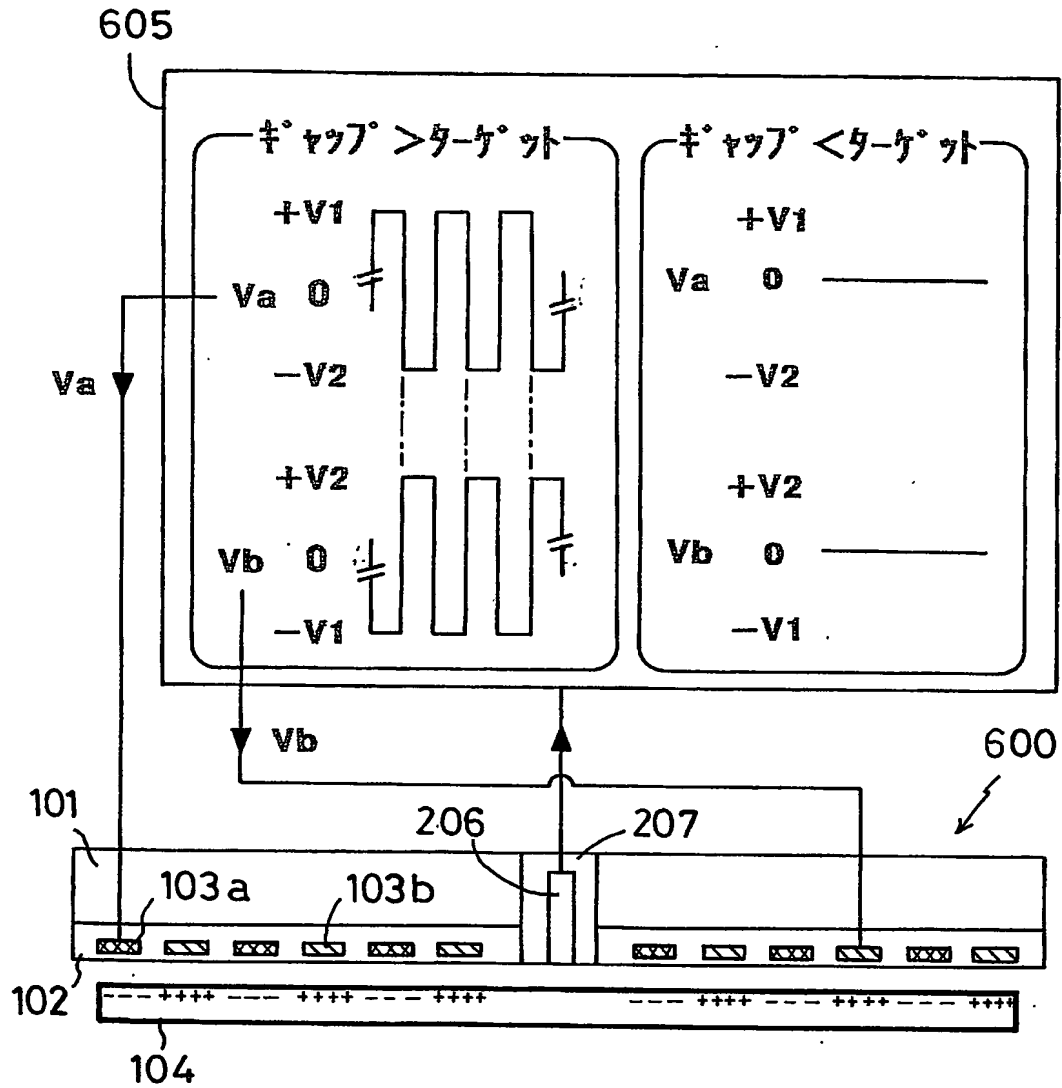
【図 8】



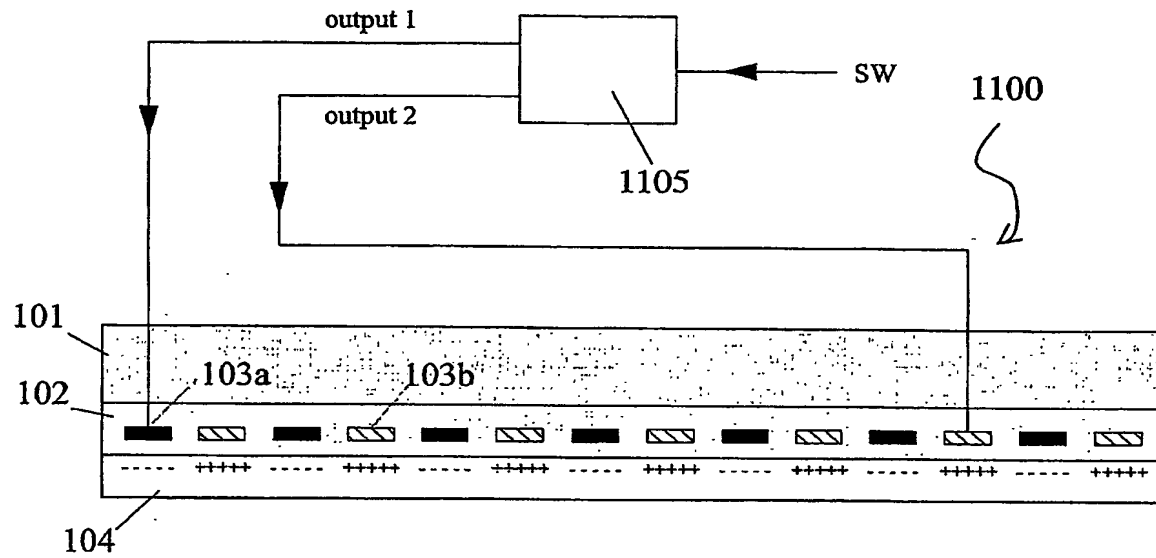
【図 9】



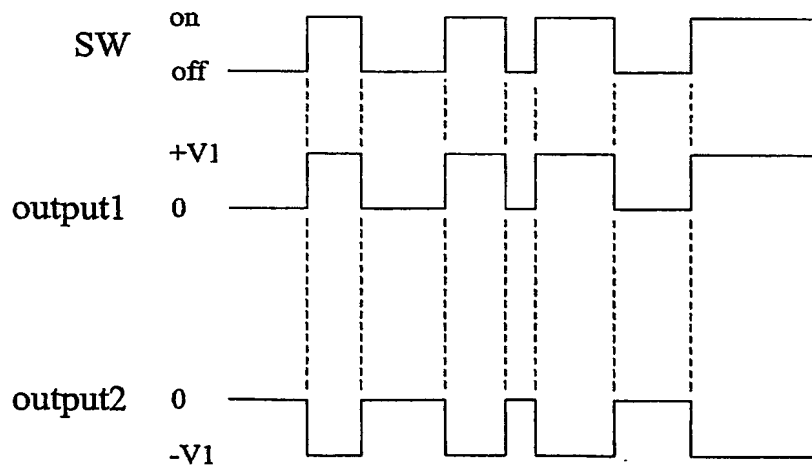
【図 10】



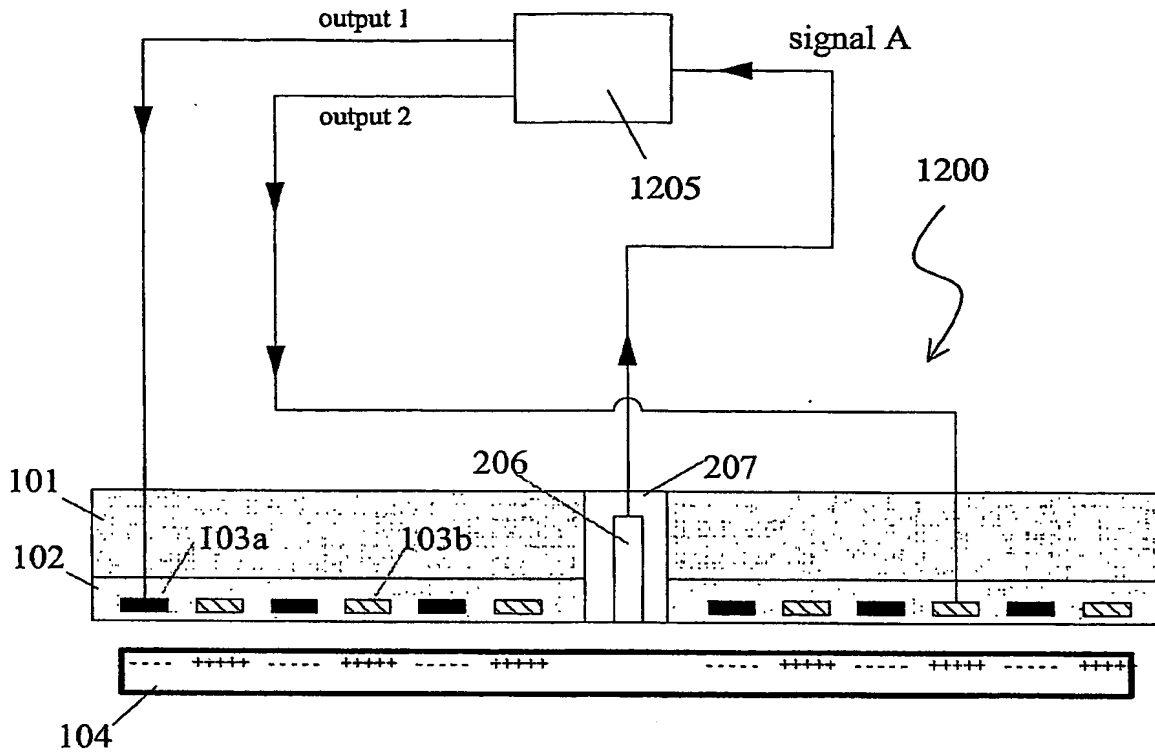
【図 11】



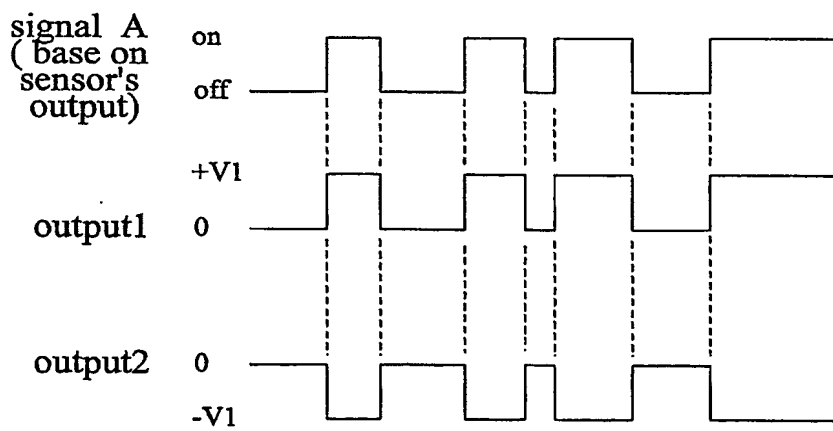
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 使い勝手によって静電吸引力の低下のない静電保持装置を提供すること及び手作業によって使用しても、静電吸引力の低下のない静電ピンセットを提供すること。

【解決手段】 絶縁材 102 で被覆された複数の電極からなる電極群 103 を保持面として、該電極群 103 へ所定の電圧を印加して保持対象物 104 を静電力により接触的に保持して又は非接触的に浮上させて保持する静電保持装置 100 である。電極群 103 へ印加する電圧の極性を切り替えて絶縁材 102 内に発生する内部分極を消滅させる内部分極消去手段（印加電圧制御部 105）を備えている。

【選択図】 図 1

特願 2003-131016

出願人履歴情報

識別番号

[593115792]

1. 変更年月日

1993年 6月17日

[変更理由]

新規登録

住 所

栃木県真岡市松山町12番地2

氏 名

筑波精工株式会社